

QUESTÕES PROPOSTAS NO PLANEJAMENTO DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE NATUREZA INVESTIGATIVA NO ENSINO DE QUÍMICA: REFLEXÕES DE UM GRUPO DE PROFESSORES

Dayse Pereira da Silva, Maria Eunice R. Marcondes
Universidade de São Paulo, Brasil
dayse.silva@educacao.sp.gov.br, mermarco@iq.usp.br

RESUMO: O propósito deste estudo é apresentar o impacto de uma intervenção formativa com seis professores de Química de uma Rede Pública do Estado de São Paulo, Brasil. Foram analisadas as questões propostas pelos professores, apresentadas em vinte e oito planos de aula, comparando-se os planejamentos de atividades experimentais de natureza investigativa antes e depois da intervenção realizada com os professores. Apenas um dos planos iniciais apresentou questões propostas aos estudantes, nos demais, o aluno é mero executor das atividades e o professor centralizador do processo. No plano final, todos os professores elaboraram questões aos estudantes, com diferentes demandas cognitivas, visando explorações conceituais das atividades experimentais.

PALAVRAS CHAVE: formação continuada, atividade experimental, questões propostas aos estudantes, ensino de química.

OBJETIVO: Para que as atividades experimentais sejam de natureza investigativa, é imprescindível que os professores preparem os planos de aula priorizando a elaboração de questões dirigida os estudantes, sabendo criar situações para que os alunos estabeleçam relações entre os dados obtidos e os conceitos estudados, possibilitando o desenvolvimento de habilidades cognitivas de ordens mais altas.

Neste trabalho, buscou-se analisar como um grupo de professores de Química, durante um processo de formação continuada que teve como base atividades experimentais de natureza investigativa, propunha questões para explorar conceitualmente atividades de ensino propostos por eles, tendo em vista facilitar a construção de conhecimento pelos estudantes.

MARCO TEÓRICO

A formulação de perguntas por parte do professor em suas aulas pode se configurar em uma estratégia que possibilita aos alunos uma reflexão sobre seus conhecimentos. No entanto, para que possa ocorrer

a aprendizagem, não basta apenas que o professor apresente questões que simplesmente verifiquem os conhecimentos dos alunos, mas sim, ele precisa ter habilidades de formular questões que possibilitem aos alunos a mobilização de habilidades de pensamento mais complexas. Essa postura do professor frente ao ensino permite aos alunos desenvolverem competência e autonomia (LORENCINI JR. 2000).

Zoller et al. (2002) definiram habilidades de pensamento em habilidades de ordem cognitiva mais baixa (LOCS) e habilidades de ordem cognitiva mais alta (HOCS), de acordo com as capacidades que o estudante possui para resolver o problema. As habilidades de ordem mais baixa (LOCS) são constituídas por capacidades como: recordar, lembrar, reconhecer a informação, ou aplicar os conhecimentos ou algoritmos memorizados em situações familiares e na resolução de exercícios. O autor inclui nessa categoria, respostas algorítmicas. As habilidades de ordem mais altas incluem, por exemplo, controle de variáveis, elaboração de hipóteses, aplicação de conhecimentos e análise. Deve-se considerar que atividades experimentais de natureza investigativa demandam dos alunos, além de habilidades de ordem cognitiva mais baixa, as de ordem mais alta, uma vez que os alunos devem resolver um problema e, para tal, necessitam buscar informações, formular hipóteses, analisar ou propor procedimentos, elaborar suas conclusões, entre outras demandas (Suart e Marcondes, 2008)

METODOLOGIA

Participaram desta pesquisa 6 professores de Química de escolas públicas do Estado de São Paulo, Brasil. Os professores foram convidados a analisar as atividades experimentais que utilizavam e a reformulá-las numa perspectiva investigativa, elaborando questões para subsidiar os alunos na exploração dos dados.

As questões apresentadas pelos professores foram analisadas de acordo com as ideias de Zoller et al. (2002), sobre habilidades cognitivas de ordem mais baixas e de ordens mais altas. Foram consideradas habilidades de mais baixa ordem aquelas que demandam apenas a evocação da memória, a aplicação mecânica de fórmulas, o possível reconhecimento de um problema, mas não da construção de solução ou seleção das informações relevantes; as habilidades de ordem cognitiva mais alta envolveram, por exemplo, o controle de variáveis, a elaboração de hipóteses, a aplicação dos conhecimentos em situações novas para o aprendiz.

As categorias propostas por Suart (2008) foram adaptadas para analisar as questões formuladas pelo professor em seus planos de aula, de acordo com a demanda cognitiva que a questão poderia envolver (Silva, 2011). Assim, as categorias utilizadas estão apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1.
Categorias de análise das questões

Categoria	Questão que demanda do aluno	
P1	Q1	<i>somente recordar uma informação partindo dos dados obtidos, expor o dado lembrado ou aplicar fórmulas e conceitos</i>
	Q2	<i>reconhecer a situação problema, identificar o que deve ser buscado, reconhecer processos como sequenciar, comparar e contrastar, aplicar as leis como resolução de problemas, representar o problema como fórmulas ou equações</i>
P2	Q3	<i>explicar a resolução de problemas utilizando conceitos já conhecidos</i>
P3	Q4	<i>utilizar os dados obtidos para propor hipóteses, identificar ou estabelecer processos de controle para seleção de informações ou fazer inferências, avaliar as condições</i>
	Q5	<i>abordar ou generalizar o problema em outros contextos ou condições iniciais</i>

RESULTADOS

Para introducir a questão de exploração conceitual por meio de perguntas facilitadoras, o tema conservação da massa, abordado por todos os professores, foi discutido, sendo sugerida por eles uma atividade experimental e algumas perguntas para análise de dados. Nessa primeira tentativa, o experimento teve um papel de verificação, com questões para confirmar os conhecimentos. Foi sugerida uma abordagem problematizadora e novas questões foram elaboradas, com subsídios do formador. Seguiu-se a essa atividade, outra em que foram comparadas duas abordagens para um mesmo experimento (reconhecimento de ácidos e bases), uma tradicional e outra de natureza investigativa, solicitando-se aos professores que propusessem como os resultados poderiam ser discutidos tendo em vista a elaboração de conceitos pelos alunos e formulação de suas próprias conclusões.

Após esta etapa, os professores elaboraram planos de aula individuais, com os temas Ferrugem e Reatividade dos Metais e um plano de tema livre. Os dois primeiros planos foram discutidos, considerando-se as características investigativas que apresentavam, questionando-os sobre o problema apresentado aos alunos, a busca de informações, a análise de dados e as questões formuladas. Tais planos foram, então, reformulados para que se aproximassem de atividades investigativas, e dessem subsídio para a elaboração do plano final. As questões propostas por cada professor foram analisadas e os resultados estão apresentados no Quadro 2.

Quadro 2.
Categorias das questões propostas pelos professores em seus planos de aula

Professor	Tema	exemplo de questão	Categoriadas questões formuladas
A	Ferrugem	Que hipóteses você levantou para chegar às suas conclusões?	Q1/Q2/Q4/Q2/Q3/Q4
	Sais	O que é solubilidade?	Q1/Q3/Q1/Q3
	Metais	O que são as bolhas que estão aparecendo?	Q3/Q3/Q4/Q1/Q2/Q2/Q3
B	Ferrugem	Quais os fatores influenciam a formação de ferrugem?	Q3/Q2/Q4
	Reatividade dos Metais	Que evidências são identificadas da ocorrência da ferrugem?	Q1/Q3/Q4
	Transformação química	Em quais interações houve formação de novas substâncias?	Q3/Q2/Q4
C	Ferrugem	Relacione o enferrujamento a partir das observações feitas nos três tubos de ensaio	Q2
	Reatividade dos Metais	Proponha uma hipótese para esse comportamento	Q1/Q3/Q4
	Metais	Proponha uma hipótese para o comportamento observado.	Q1/Q1/Q4/Q4/Q2/Q4
D	Ferrugem	Que fatores contribuem para a ocorrência da ferrugem?	Q4
	Análise da Reatividade dos Metais	Que critérios podem ser usados para utilização dos metais?	Q3/Q2/Q3
	Reatividade dos Metais	Coloque em ordem crescente de reatividade de cada metal	Q2/Q2/Q3/Q2

Professor	Tema	exemplo de questão	Categoriadas questões formuladas
E	Ferrugem	Como você explica o aparecimento da ferrugem nos tubos A e C?	Q3
	Reatividade dos Metais	Que evidências aparecem e que reatividade foi maior e menor?	Q1/Q3/Q1/Q3/Q1/Q3
	Corrosão	Como você encaixa o sódio na fila reatividade elaborada na segunda parte	Q2/Q1/Q4/Q2/Q2/Q4/Q3
F	Ferrugem	O que provoca o enferrujamento da palha de aço?	Q2/Q4/ Q2
	Reatividade dos Metais	Porque alguns materiais parecem menos reativos que outros?	Q1/Q3/Q3/Q4
	Extração dos metais: corrosão e utilização	Que variáveis temos que controlar nas reações que envolvem a oxirredução dos metais?	Q3/Q3/Q4

A figura 1 apresenta o número e o tipo de questões formuladas por cada um dos professores para os três planos. Pode-se perceber que o número de questões vai crescendo conforme os professores vão elaborando seus planos, bem como cresce o número de questões da categoria 4, indicando que os professores parecem compreender o papel da exploração conceitual que uma atividade experimental pode oferecer, não só propondo mais questões, mas também questões que exigem demandas cognitivas de mais alta ordem. Nota-se, também, que as questões de exigem apenas evocação da memória (LOCS) estão em menor número, corroborando essa análise.

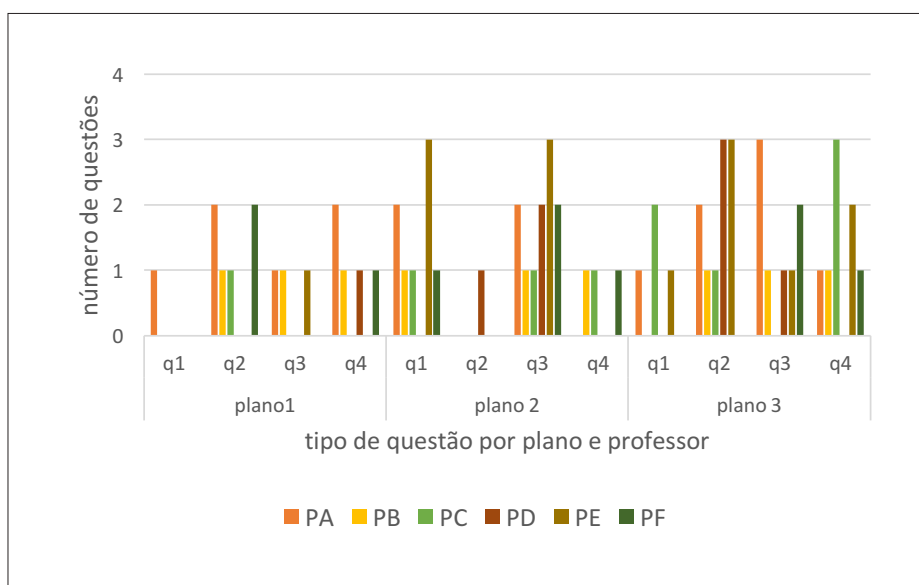


Fig. 1. Número e tipo de questões apresentadas pelos professores em cada um dos planos

Quanto aos professores, pode-se sugerir que ocorreram diferentes apropriações das discussões realizadas. A figura 2 apresenta, para cada professor, separadamente, o número e o tipo de questões formuladas em cada plano. Pode-se perceber que PA é quem apresenta mais questões, seguido de PE. PA passou a formular mais questões do tipo Q3, que apresentam uma demanda cognitiva de ordem

maior que Q1 e Q2, sendo que as questões do tipo LOCS diminuíram conforme ele vai propondo seus planos.

O professor PC, que em seu primeiro plano apresentou apenas uma questão (Q2), também parece se apropriar das discussões, passando a formular questões diversificadas em seu último plano. Chama a atenção que parece haver um salto entre questões de baixa ordem e de alta, pois não foi capaz de formular questões do tipo 3, que podem fazer uma ponte entre raciocínio tipo LOCS e HOCS. Mesmo assim, as perguntas propostas em seu último plano revelam que procurou fazer com que os alunos aplicassem seus conhecimentos na resolução do problema, o que confere à atividade um caráter teórico-experimental, como apontado por González (1992). Esse avanço do professor C vai ao encontro do que Porlán et al. (1997) consideram como modelo de formação, constituindo-se em um processo orientado de construção de significados progressivamente mais complexos acerca da realidade escolar e do professor. O Professor D, por outro lado, apresentou dificuldades em explorar conceitualmente as atividades que propôs, uma vez que não propõe ao aluno refletir sobre os dados, fazer hipóteses, alcançar uma conclusão, até mesmo no último plano elaborado. Talvez sua visão do processo ensino-aprendizagem esteja presa no modelo tradicional. Como mencionam Porlán et al (1997), a visão dos professores reflete uma concepção epistemológica e, portanto, tem um papel estruturador, bloqueando ou dinamizando, fragmentando ou integrando parcelas importantes do seu conhecimento profissional. PF, embora tenha proposto questões que demandem alta ordem cognitiva (Q4), em seu primeiro plano parece não haver um encaminhamento do raciocínio do estudante no que se refere a elaboração de explicações. No segundo plano são apresentadas diversas questões para que o estudante possa estabelecer relações entre a atividade experimental e a problematização inicial. No último plano, o professor elaborou questões de demandas cognitivas mais altas. Pode-se sugerir que PF apresenta alguns avanços de suas concepções ao propor, por exemplo, que o estudante participe do processo de construção do conhecimento, embora, ainda, parcialmente. Segundo Carvalho e Gil-Pérez (1998), o professor deve ser capaz de saber elaborar atividades que gerem uma aprendizagem efetiva, mediando, orientando os trabalhos dos alunos.

Focando-nos mais detalhadamente na análise na evolução de PE, em seu primeiro plano, sobre a ferrugem, foi proposto que os estudantes observassem o grau de enferrujamento de pregos sob diversas condições, porém PE não apresentou questões que pudessem auxiliar os alunos a analisar os dados, como questões que solicitassem comparação das evidências, das condições experimentais. Sua questão solicita explicação (*Como você explica o aparecimento da ferrugem nos tubos A e C?*), sem nenhuma orientação ao aluno. Já, no plano sobre a reatividade dos metais, propõe questões que demandam observar, comparar e estabelecer uma ordem de reatividade de metais, envolvendo, portanto, o aluno na elaboração do conhecimento. Por exemplo, o professor pede para que sejam comparadas as evidências de reação apresentadas por vários metais (*Qual apresentou menor reatividade*), e para estabelecer uma ordem de reatividade (*Que diferenças podem ser vistas?*); (Elabore uma tabela colocando primeiro a de menor reatividade e por último a de *maior reatividade*). PE mostra estar se apropriando das ideias discutidas. No plano final, PE apresenta questões para explorar a atividade de ordens variadas, desde relembrar as observações até elaborar conclusões e fazer inferências (Como você encaixa o sódio na fila reatividade elaborada?). Como aponta, Lorencini Jr. (2000), a preparação antecipada, numa sequência lógica, das questões pelo professor, facilita o processo de ensino e de aprendizagem.

CONCLUSÕES

Os professores, de modo geral, revelaram que existem algumas dificuldades de ordem conceitual em trabalhar atividades práticas, principalmente as de natureza investigativa, no entanto, todos evoluíram em diferentes aspectos se compararmos o plano inicial e final. Segundo Porlán et al., (2004), o con-

hecimento evolui processualmente, as concepções e as ações dos professores podem sobressair àquelas tidas como obstáculos que são as “barreiras” para o desenvolvimento profissional. As questões propostas que deveriam abarcar um espectro amplo de habilidades cognitivas, desde observar, registrar, até fazer hipótese e elaborar conclusões, nem sempre atingiram esses objetivos, porém, pode-se perceber um movimento na direção de envolver os alunos em explorações conceituais, superando, pelo menos parcialmente, uma visão tradicional de aprendizagem meramente por recepção.

Assim, consideramos muito importante que se propicie aos professores oportunidades para refletirem sobre suas práticas e vivenciarem novas possibilidades de práticas pedagógicas baseadas em perspectivas investigativas. Ao procurarem desenvolver suas próprias atividades de ensino e propor como explorá-las conceitualmente, os professores podem evoluir individual e coletivamente, para posições a respeito do processo de ensino e aprendizagem mais complexas, integradoras e autônomas

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, A. M. P. & GIL-PÉREZ, D. (2006). *Formação de professores de ciências: tendências e inovações*. 8 ed. São Paulo, Cortez.
- GONZALES, E. M (1992). ¿Que hai de renovar em los trabajos prácticos? *Enseñanza de las ciencias*, 10 (2), 206-211.
- LORENCINI JR, A. (2000). *O professor e as perguntas na construção do discurso reflexivo na sala de aula*. Tese de doutorado. Universidade São Paulo, Faculdade de Educação da USP, 2000.
- PORLÁN, R, RIVIERO, A.. & MARTÍN DEL POZO, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: estudios empíricos y conclusiones. *Enseñanza de Las Ciencias*, 15 (2), 155-173.
- PORLÁN, R.; RIVERO, A. & MARTÍN DEL POZO, R (1998). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores, II: estudios, empíricos y conclusiones. *Enseñanza de Las Ciencias*, 16 (2), 271-288.
- Porlán, R & Martín Del Pozo, R. (2004). The conceptions of in-service and prospective primary school teachers about the teaching and learning of science. *Journal of Science Teacher Education*, Dordrecht, 15 (1), 39-62.
- Silva, D. P. *Questões propostas no planejamento de atividades experimentais de natureza investigativa no ensino de química: reflexões de um grupo de professores*. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências, Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- Suart, R. & Marcondes, M. E .R. (2008). As habilidades cognitivas desenvolvidas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 8 (2), 1-22.
- Suart, R.C. *Habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de Química em atividades experimentais investigativas*. Dissertação de Mestrado (Mestrado no Ensino de Ciências), Universidade São Paulo, instituto de Física, Instituto de Química, Faculdade de Educação e Instituto de Biociências, São Paulo, 2008.
- Zoller, U., Dori, Y. & Lubezky, A. (2002) Algorithmic and LOCS and HOCS (Chemistry) Exam Questions: Performance and Attitudes of College Students. *International Journal of Science Education*, 24 (2), 185-203.